第42卷　第2期
2025年2月
干　旱　区　研　究
ARID　ZONE　RESEARCH
Vol. 42　No. 2
Feb. 2025

中国耕地非农化与非粮化时空分异及其治理策略

张　擂[1,2]，　周煜明[1]，　董杰谋[1]，　李　祥[1]，　刘时栋[3]，　徐丽萍[1]
（1. 石河子大学理学院，新疆 石河子　832000；2. 中国地质大学（北京）土地科学技术学院，北京　100083；
3. 中国科学院空天信息创新研究院遥感科学国家重点实验室，北京　100094）

摘　要： 基于1980—2020年中国土地利用数据和社会经济统计面板数据，对耕地非农化与非粮化时空演变特征进行系统分析，揭示其变化规律及驱动机制，以期为耕地可持续利用和稳定粮食安全提供依据。采用标准差椭圆、趋势分析估计综合评估非农化、非粮化动态演变特征，构建非农化、非粮化综合指标体系，构建偏相关模型量化各因子相对贡献。结果表明：（1）时间上，我国非农化形势总体不断趋好，而部分地区非粮化表现出加剧趋势。（2）空间上，东北和中东部地区的非农化问题较为突出，西北、华南以及东南沿海部分地区非粮食生产的比例相对较高。非农化演变存在沿东北-东南方向"极化现象"，非粮化中心呈现出从西南向东北移动的发展态势。（3）经济因素是非农化主导驱动作用，且近10 a来影响程度有所降低。农业生产条件是非粮化的基础因素，同时粮食每亩产值、城乡收入差距等经济因素的推动作用逐渐增加。1980—2020年中国非农化、非粮化时空演变特征与影响因素研究可为科学实施耕地保护决策提供参考。

关键词： 耕地；非农化；非粮化；时空演变；影响因素

保障粮食安全是实现国家安全的重要基础，其核心是要保障粮食生产能力。然而，耕地非农化导致大量耕地资源被占用，农民刻意追求效益较高的经济作物，甚至改变耕地用途，导致粮食作物的播种面积逐年缩减，此外，部分非粮化产业对耕作层造成了破坏，这种隐性损失对粮食生产力构成了潜在的威胁[1-2]。粮食播种面积的减少与单产水平的下降，对于粮食总产量而言，具有显著的乘数效应，可能引发粮经饲三元结构的失衡，进而对我国粮食生产的持续稳定与居民营养健康构成新的挑战[3]。

尽管国家出台了一系列政策对耕地保护作出了顶层设计，然而非农化、非粮化现象在不少地区仍然突出，严重损害粮食产能[4-5]。尤其在国际形势深刻变革的背景下，如何由被动转向主动实施耕地保护对于稳定我国粮食供需平衡形势至关重要。以往关于耕地非农化的研究大多聚焦于城镇化快速发展的城乡接合部及大都市区，指出非农化规模与城镇化进程存在联动性，且非农化占用了城市周边的肥沃耕地，整体上呈现出以城市为核心向外围逐渐扩展的空间分布特征[6-7]。随着居民生活质量的提升，人们对食物的需求日益多样化，这一趋势促使农户放弃传统粮食作物种植，转而倾向于栽培经济效益更高的水果和蔬菜[8]。在驱动因素方面，社会经济因素作为耕地非农化的主要推动力，已成为学术界的共识[9-11]。同时，经济发展阶段和增长速度对耕地非农化的影响程度因具体情况而异，呈现出复杂多样的特征[12]。关于耕地非粮化的驱动因素，现有研究主要聚焦于比较效益和资源配置两个方面，揭示了经济效益差异和资源配置优化对非粮化趋势的推动作用[13]。然而，不同区域的驱动因素表现出明显的空间异质性。在经济发达地区，由于地方政府对土地财政的依赖程度较高，也在一定程度上影响着农地非农化[14]。

尽管前期研究已涉及非农化、非粮化诸多方

收稿日期： 2024-03-06；　**修订日期：** 2024-11-11
基金项目： 国家自然科学基金项目（31760151，42401082）；兵团科技计划项目（2023CB008-23）；国家资助博士后研究人员计划（GZC20232757）；大学生研究训练计划项目（SRP2024175）
作者简介： 张擂（2004-），男，主要从事土地资源可持续利用研究. E-mail: 13899773602@163.com
通讯作者： 徐丽萍. E-mail: xlpalw@163.com
372－383页

面，但主要围绕其影响、状态及驱动因素的宏观政策或定性分析。然而，不同阶段的资源禀赋及经济发展对耕地的需求存在差异，从国家层面系统分析非农化、非粮化时空演变过程的研究还相对较少，定量测度不同区域非农化、非粮化驱动因子的研究相对缺乏，从而限制了我国不同区域、不同阶段非农化和非粮化整体趋势的科学判断。土地利用变化是人地互动关系的指示器，反映了人类活动对自然生态系统的深远影响，在此过程中，耕地非农化和非粮化虽然在表现形式上有所区别，但本质上都涉及到土地资源的优化配置与高效利用，即在有限的土地资源下如何平衡农业生产和非农业发展的需求，因此，需要统筹综合研究。

本文基于1980—2020年中国土地利用数据及省（市、区）层面的面板数据，通过多时段分析方法，识别耕地非农化与非粮化的空间演变路径及其集聚特性。在此基础上，进一步剖析不同时间节点上非农化与非粮化的变化趋势。最后，系统构建驱动力综合评价指标体系，基于偏相关模型量化不同发展阶段下各个驱动因子对非农化、非粮化的相对贡献。研究结果能够弥补对非农化、非粮化大尺度长序列研究的不足，为耕地保护工作和保障新时期国家粮食安全提供科学依据。

1　数据与方法

1.1　数据来源

以中国31个省（市、区）为研究对象，土地利用数据（1 km×1 km）来源于中国科学院资源环境数据中心（http://www.resdc.cn/），非粮食作物播种面积与农作物总播种面积统计数据均来自国家统计局国家数据平台（https://data.stats.gov.cn/）。

1.2　内涵界定与测度

根据已有研究，耕地非农化是指将原本用于耕种的土地转变为非农业用途的过程[15]。衡量耕地非农化的方法相对统一，主要是通过计算耕地向其他土地利用类型转换的面积来反映其规模和程度[16]。耕地非粮化则更侧重于土地用途在农业内部的转变，包含种植结构的非粮化和农业生产结构的非粮化两个层面。种植结构非粮化是指农民在耕地上选择种植除粮食以外的作物，农业生产结构非粮化是指将耕地转变为其他农用地[1,17]。在衡量耕地非粮化时，通常采用“非粮比”作为指标，即非粮食作物的播种面积占农作物总播种面积或耕地总面积的比例[4,18-19]。根据统计调查分类标准，本文界定的粮食作物主要包括谷物、豆类和薯类，除此之外的所有耕地种植行为被视为非粮化。

本研究在分析时间演变特征时，将研究时段分为1980—2000年、2000—2010年、2010—2020年3个阶段。首先，时段的划分充分考虑了中国经济发展历程的阶段性特征。1980—2000年，中国经济快速增长，城市化进程加速，土地利用方式发生了显著变化，非农化、非粮化现象开始显现。2000—2010年，中国工业化、城市化水平进一步提升，土地利用结构继续调整，非农化、非粮化趋势更为明显。2010—2020年，中国经济进入新常态，发展方式更加注重质量和效益，同时，随着国家对耕地保护和粮食安全问题的日益重视，非农化、非粮化的速度和规模也发生了新的变化。其次，这3个阶段代表了不同的社会经济发展阶段和政策背景。每个阶段都有其独特的经济、社会和政策环境，这些因素对土地利用方式和耕地利用结构的变化产生了重要影响。通过对这些阶段的比较和分析，可以更深入地理解非农化、非粮化的演变特征和驱动机制。此外，将研究时段划分为3个阶段也有助于揭示非农化、非粮化趋势的长期变化和周期性规律。最后，考虑到经济发展和社会进步的不断推进，影响非农化、非粮化的驱动因子也在不断变化。因此，分阶段研究不仅有助于揭示每个阶段的主要驱动因子，还能够深入剖析这些驱动因子在不同阶段的作用机制和影响程度。

1.3　研究方法

1.3.1　*标准差椭圆*　标准差椭圆（Standard Deviation Ellipse）是分析空间要素格局和特征的经典空间统计方法[20]，在资源环境、生态等领域得到广泛应用[21]。该方法通过中心坐标、方位角、长半轴、短半轴为基本参数的特征椭圆定量描述空间要素的分布形态和方向。椭圆的起点为地理要素的平均中心，椭圆轴为x和y轴方向的标准偏差。椭圆的范围反映空间要素的分布区域，方位角反映变化的方向，长轴反映离散程度。本研究试图利用标准差椭圆模型分析过去40 a非农化和非粮化的变迁路线与集聚方向。

相关参数的计算公式如下：

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(w_i\tilde{x}_i\cos\theta - w_i\tilde{y}_i\sin\theta\right)^2}{\sum_{i=1}^{n}w_i^2}} \tag{1}$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(w_i\tilde{x}_i\sin\theta - w_i\tilde{y}_i\cos\theta\right)^2}{\sum_{i=1}^{n}w_i^2}} \tag{2}$$

式中：σ_x、σ_y 分别为地理要素沿x和y轴方向的标准差；θ为椭圆的方位角；w_i为要素的权重；$\tilde{x}_i$和$\tilde{y}_i$分别表示各研究对象坐标到平均中心的坐标偏差。

1.3.2 驱动指标构建 无论是耕地非农化还是非粮化，都是人地关系交互作用的结果，在不同尺度下，非农化、非粮化的主导因子可能有所不同，其变化机制也呈现出多样性。然而，无论其表现形式如何，归纳起来主要包括经济利益、农业生产条件和政策制度三类因素[16]。因此，构建综合的指标体系揭示其演变驱动机制有助于综合施策、多措并举，以平衡经济发展、城市扩张和粮食安全之间的关系。非农化、非粮化驱动因素指标的构建需综合考虑指标的客观性、典型性和可行性。结合以往研究[16,22-23]，本文从经济因素、农业生产条件和政策制度3个维度出发，选取14个指标构建多层次的评价指标体系（表1）。

1.3.3 偏相关分析 对2010年前后的2个阶段即2000—2010年、2010—2020年中国非农化、非粮化进行驱动力分析。将非农化面积与非粮食作物播种比例分别作为衡量非农化、非粮化的指标，将其分别与14个驱动因子在省级尺度进行偏相关，从而识别不同阶段的关键影响因子。

非农化、非粮化驱动因子贡献度的计算公式如下：

$$\text{Con}_j = \frac{x_j}{\sum_{j=1}^{14}\left|x_j\right|} \times 100\% \tag{3}$$

式中：Con_j为第j项指标的相对贡献度；x_j为第j项指标的偏相关系数。

2 结果与分析

2.1 非农化、非粮化空间演变特征

2015—2020年，我国耕地非农化面积达到$180.75\times10^4\ \text{hm}^2$，年均非农化耕地面积增长为$36.15\times10^4\ \text{hm}^2$，相较于前15 a（2000—2015年）的增长速度下降了59.17%，呈现出非农化增速放缓的趋势。在空间分布上，耕地非农化现象呈现出“东高西低”的特征，其中山西、湖南、黑龙江等省份的非农化程度尤为突出，显著高于其周边省份（图1）。具体而言，2015—2020年，山西省的非农化面积经历了扩张，由2010—2015年的$2.85\times10^4\ \text{hm}^2$增加至$50.34\times10^4\ \text{hm}^2$，增长幅度超过16倍，显示出强烈的非农化趋势。湖

表1 非农化、非粮化驱动因子评价指标体系

Tab. 1 Indicator system of driving factor evaluation for non-agricultural and non-grain

一级指标	序号	二级指标	单位	数据来源
经济因素	A1	粮食平均产值	元·hm^{-2}	中国农村统计年鉴，全国农产品成本收益资料汇编
	A2	粮食生产价格指数	%	中国农村统计年鉴
	A3	城镇化率	%	中国统计年鉴
	A4	恩格尔系数	%	原始数据来源于各省统计年鉴，食品支出/总支出
	A5	城乡收入差距		中国统计年鉴
农业生产条件	B1	农业机械总动力	10^4 kW	中国统计年鉴
	B2	有效灌溉面积	hm^2	中国统计年鉴
	B3	作物受灾、成灾比例	%	中国统计年鉴
	B4	农业全要素生产率	–	数据来源于《中国统计年鉴》及各省份统计年鉴，基于随机前沿生产函数法
	B5	地形起伏度	–	[29]
	B6	道路密度	km·$(100\text{km}^2)^{-1}$	国家统计局
政策制度	C1	土地流转率	%	《全国农村经济情况统计资料》、《中国农村经营管理统计年报》、《2019年中国农村政策与改革统计年报》
	C2	粮食作物补贴收入	元·hm^{-2}	全国农产品成本收益资料汇编
	C3	土地财政	%	《中国国土资源年鉴》、各省份财政决算报告

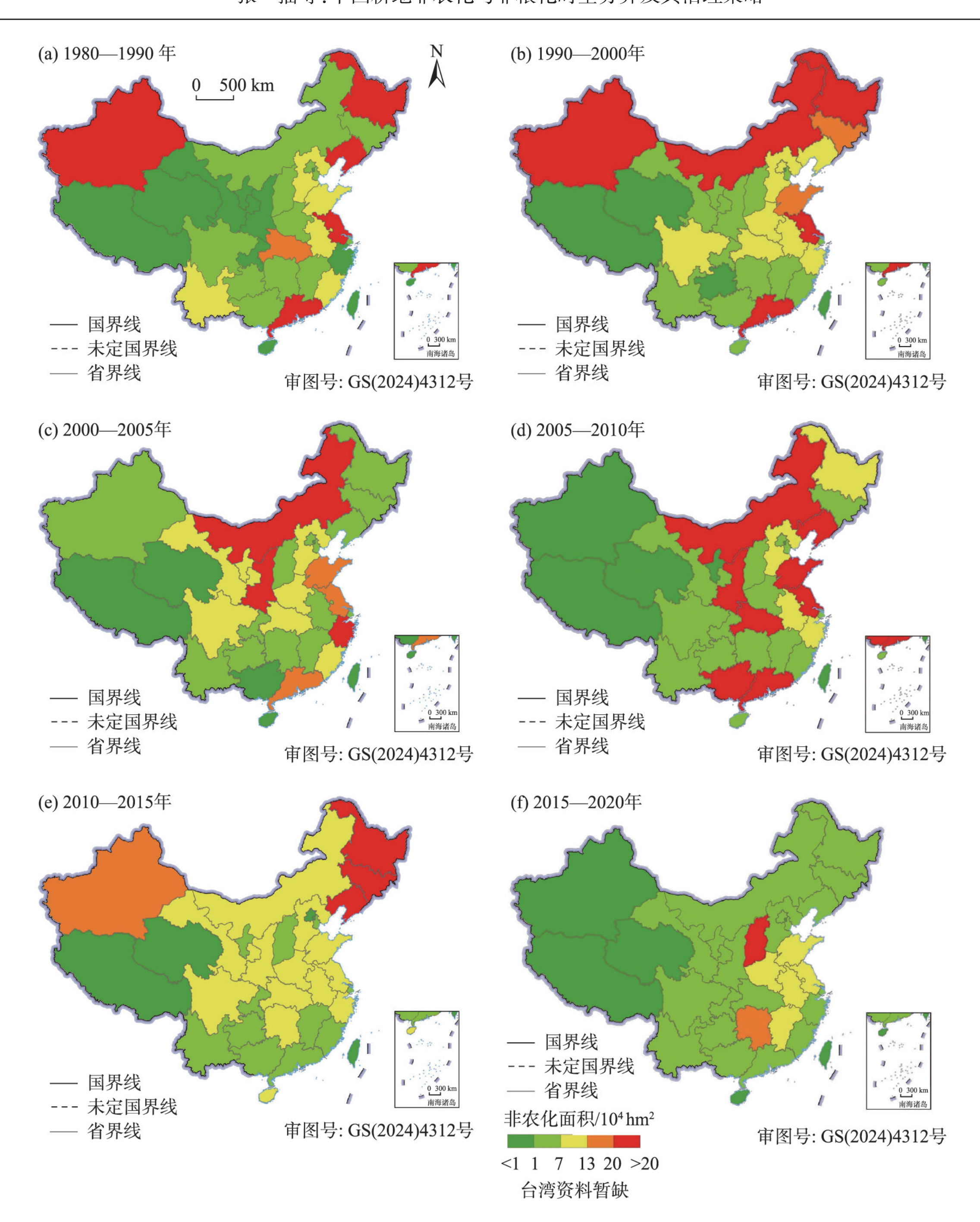


图1　1980—2020年我国耕地非农化现状空间分布

Fig. 1　Spatial distribution of nonagricultural level during 1980-2020

南省的非农化面积同样有所增长,从2010—2015年的$6.98×10^4$ hm^2扩大至$18.4×10^4$ hm^2,增长幅度达到1.6倍。而黑龙江省的非农化面积在2010—2015年期间增长较大,由2000—2005年的$6.21×10^4$ hm^2大幅攀升至$1625.6×10^4$ hm^2,增长幅度高达25倍,成为该时期内非农化增速最快的省份之一。

非粮化与非农化在趋势上呈现相反的态势,形成了"西高东低"的空间格局(图2)。在2010—2020年,超过19个省份的耕地非粮化现象呈现上升趋势,这表明我国耕地非粮化问题尚未得到有效遏制,且有进一步加剧的趋势。具体而言,2015—2020年我国非粮食作物的播种比例从2010—2015年的32.94%上升到了34.84%,非粮食作物的播种面积增加了$301.00×10^4$ hm^2。广西、海南、新疆、浙江等省市的耕地非粮化趋势尤为突出,其中新疆的非粮化比例从1980—1990年的33.79%上升至2015—2020年

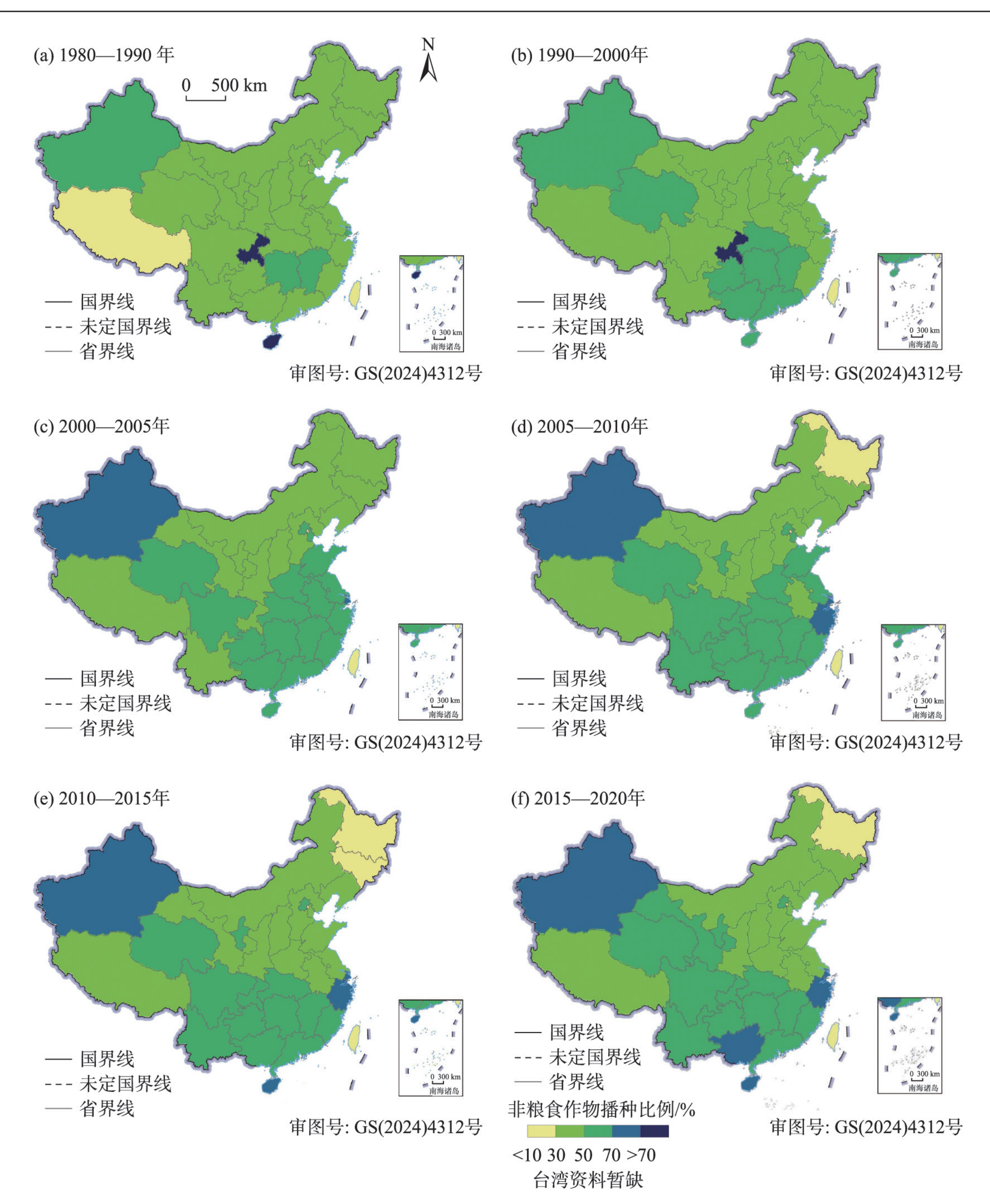


图2 1980—2020年我国耕地非粮化现状空间分布

Fig. 2 Spatial distribution of nongrain level during 1980-2020

的61.02%。近30 a来新疆棉花的种植面积增加了2.5倍，这是导致新疆非粮化比例增加的最主要原因[24]。值得注意的是，尽管部分省份(如黑龙江、广东)的非农化趋势有所好转，但非粮化趋势却依然十分明显。

近40 a来，我国非农化特征椭圆的扁率增加，长轴标准差明显扩大，这反映了非农化在方向性上的增强趋势，特别是在东北至东南方向上出现了极化现象(图3)。相对而言，非粮化的扁率变化并不显著，其长轴方向指向西北至东南，但在2010—2020年这一阶段，其方向性表现得并不明显。从椭圆的短轴变化来看，非农化特征椭圆的短轴有所缩短，这表明数据的离散程度在减小，显示出一定的向心力作用。而非粮化特征椭圆的短轴则呈现增长趋势，说明其数据的离散程度在增大。在地理分布上，与非粮化相比，非农化特征椭圆更加靠近东部地区，并且其椭圆短轴长度较短，这充分反映出非农化的空间集聚特征受到了经济活动的强烈影

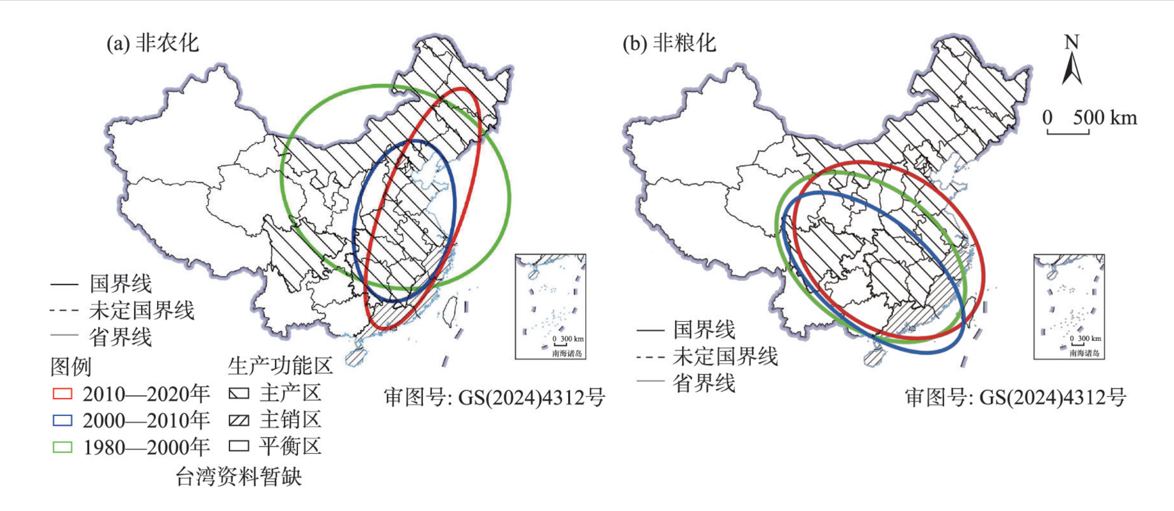


图3　基于特征椭圆的中国非农化、非粮化空间分异

Fig. 3　Spatio differentiation of nonagricultural and nongrain during 1980−2020 based on standard deviation ellipse

响。此外,非农化中心轨迹呈现出明显的向东南方向转移的趋势,而非粮化中心的移动则呈现出“先西南后东北”的态势。从空间演变的视角来看,中国的非农化和非粮化在不同阶段呈现出相对规模和集聚特点的异质性,存在多级分化和空间不平衡现象。

2.2　非农化、非粮化时间变化特征

1980—2020年中国的非农化进程在不同时间段内呈现出不同的变化特点,但总体趋势向稳定或放缓的方向发展(图4a)。1980—2000年,中国的非农化进程呈现强烈的增加趋势,大量土地从农业用途转变为非农业用途,每年平均增加的非农化土地面积达到1976.48 hm^2,同时,空间异质性相对较大,表明不同地区的非农化速度和程度存在差异。2000—2010年,非农化趋势相较于前一阶段有了明显的下降,非农化进程得到了有效的控制,下降幅度达到了71.36%。同时,区域间的差异也相对较小。2010年以后,非农化趋势的范围进一步缩小,大部分省份的非农化进程在低值聚集,非农化速度趋于稳定或有所放缓,全国平均每年增加的非农化土地面积减少到480.00 hm^2,非农化现象得到了有效的遏制。

1980—2020年,非粮化经历了“增长-平稳”的过程(图4b)。具体而言,1980—2000年非粮化比例以年均0.58%的速度递增,反映出这一时期粮食种植在土地利用结构中的比重逐渐下降,非粮食作物的种植和土地利用方式日益多样化。然而,2000—2010年,非粮化趋势出现了逆转,呈现出逐年下降的趋势,年均下降0.09%,值得注意的是,在下降过程中区域间的异质性逐年增大,表明不同地区的非

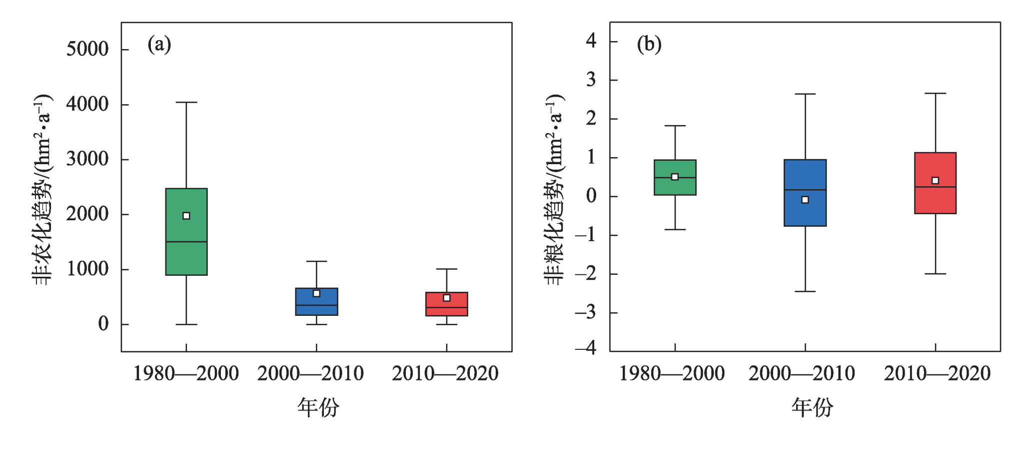


图4　1980—2020年不同阶段非农化(a)、非粮化(b)变化趋势

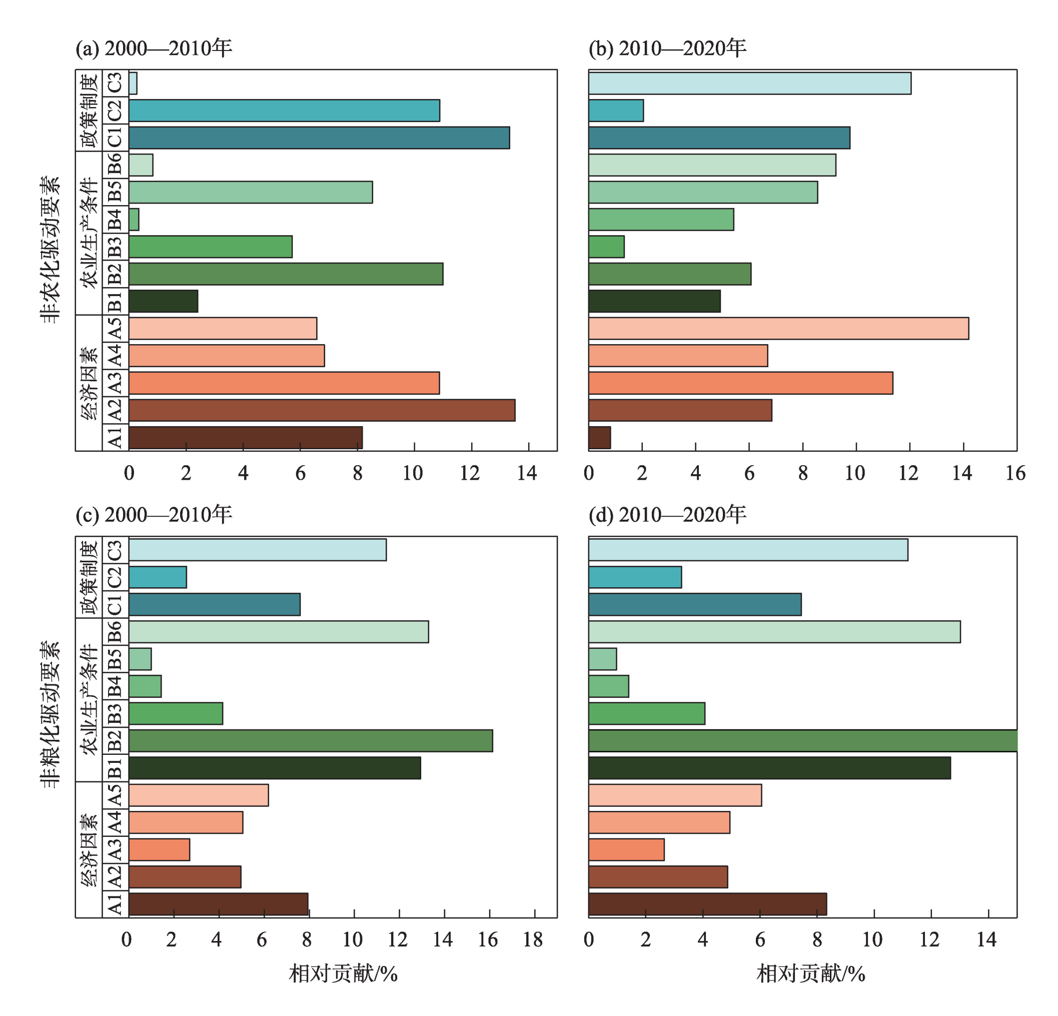
Fig. 4　Change trend of nonagricultural (a) and nongrain (b) in different stages from 1980 to 2020

粮化水平因经济社会发展水平、自然资源条件等因素而存在差异。2010年以后，非粮化现象再次呈现出增加趋势，年均增长率回升至0.41%，反映了在新的经济社会背景下，农业生产结构和土地利用方式又发生了新的变化。

2.3 非农化、非粮化驱动因子解析

非粮化现象主要受到农业生产条件的影响，其中在2000—2010年和2010—2020年这2个阶段，农业生产条件对非粮化的贡献度分别为51%和41%。在2010年之前，由于农业生产条件有限，如地形和水源等限制因素，导致部分区域不适宜粮食作物种植。耕地资源禀赋作为耕地非粮化的基础因素，其中有效灌溉面积对非粮化的影响尤为显著，贡献率达到17%。进入2010年后，极端天气气候事件频发且强度增大，作物受灾和成灾比例对非粮化产生了较大影响，占比达到12.34%。部分地区因此转向发展对极端气候耐受性较高的畜牧业和果园等，导致粮食作物种植面积减少。

经济利益是我国耕地非农化的首要驱动因子，在2000—2010年和2010—2020年这2个阶段，经济因素对非农化的贡献度分别为46%和40%。在2010年之前，随着中国城镇化的发展浪潮，生产成本的上涨降低了农民种植粮食的意愿。其中，粮食生产价格指数成为耕地非农化的主要推动因素，贡献率达到14%。同时，土地流转也对非农化产生了较高的贡献，占比同样为14%。进入2010年后，经济因素对非粮化的重要性逐渐增加，而农业生产条件的重要性则下降了20%(图5)。城乡经济发展不平衡和结构性矛盾的逐渐突出，导致城乡收入差距成为耕地非农化的主要因素，贡献率达到14%。此外，城镇化与建设占用耕地之间存在密切关系，占比达到12%。



注：A1~A5、B1~B6、C1~C3分别表示经济因素、农业生产条件和政策制度指标体系中的各项指标(表1)。

图5 2000—2020年中国非农化、非粮化驱动因素相对贡献度

Fig. 5 The relative contribution of driving factors on nonagricultural and nongrain in China during 2000−2020

部分地方政府片面追求土地财政,新发展理念未能得到有效落实,这也导致了耕地过速非农化,贡献率达到12%。值得注意的是,在2010—2020年期间,土地流转率成为驱动非粮化变化的主导要素。自2004年以来,农地流转逐渐成为中国农地再分配的主要方式。2016年10月,中共中央办公厅发布的《关于完善土地所有权、承包权、经营权三权分离的意见》进一步推动了土地流转市场的发展。随着土地流转率的快速增长,非粮食作物种植比例持续增加,流转耕地的非粮化现象也愈发严重。

非农化与非粮化的驱动因子在经济因素上呈现出一定的共性,但在具体表现和影响机制上又存在差异。从共性角度来看,经济因素在非农化和非粮化过程中均扮演着核心角色。无论是农民选择转向非农活动,还是将耕地用于非粮食作物的种植,经济收益都是其决策的关键驱动之一。随着农业生产成本的逐年攀升和粮食市场价格的波动,农民往往倾向于选择经济效益更高的土地利用方式,从而推动了非农化和非粮化的趋势。然而,具体到非农化与非粮化的驱动因子,其差异性便凸显出来。对于非农化而言,其驱动因素更多地关联于城镇化进程、城乡收入差距等宏观经济社会层面。随着经济的持续增长和结构的不断优化,农业生产在国民经济中的比重逐渐下降,越来越多的农民选择进城务工或从事其他非农产业,这直接推动了耕地的非农化进程。此外,政策导向的调整以及技术进步,如农业灌溉面积的扩大等,也在一定程度上影响了非农化的速度和规模。相对而言,非粮化的驱动因子则更多聚焦于农业生产条件、粮食每亩产值以及粮食生产价格指数等微观经济层面。在农业生产条件较为恶劣的地区,农民为追求更高的经济效益,可能更倾向于选择种植其他经济作物。同时,粮食每亩产值的高低以及城乡收入差距的大小,也直接影响着农民对粮食种植的积极性。当粮食生产效益相对较低时,农民可能更倾向于将耕地用于非粮食作物的种植,以获取更高的经济回报。

3 讨论

1980—2020年,中国非农化面积持续增加,非粮食用地面积持续增长,甚至在加速增长,表明中国耕地非农化、非粮化现象未得到有效遏制,且有进一步加剧的趋势。此外,受经济、社会、政策和资源配置等多重因素影响,中国非农化、非粮化现象存在显著的空间分异。研究发现,非农化现象在华北和长江中下游部分地区较为突出,非粮化程度在西北、华南以及东南沿海部分地区相对较高,反映了自然环境和经济发展很大程度影响了耕地用途和农民种粮意愿。以往研究表明,偏远地区农户对耕地的依赖程度相对较高,限制了耕地向其他用途的转变,同时,粮食主产区非粮化程度相对较低,这与本研究结果一致[8]。此外,本研究发现中国非农化存在沿东北-东南方向的极化现象,以往研究也表明非粮化存在集聚现象,且高-高集聚区与低-低集聚区存在显著的空间异质性[25]。非农化与非粮化之间存在一定关联性,然而,在演进速率与方向层面,两者存在一定差异性。1980—2020年中国的非农化进程呈现出逐步放缓的趋势,相比之下,非粮化则表现出阶段性演变特征。具体而言,华东与西南地区在非农化方面有所改善,然而,这些区域内非粮化态势依然显著。非农化主要表现为耕地向非农业用途的转化,多发生在农业用地与城市或工业用地交界地带;而非粮化则涉及农村内部种植结构的调整,耕地虽保持农业用途,但作物从粮食转向其他经济作物。

不同发展阶段和区域的资源禀赋、经济水平和政策背景不同,非农化、非粮化的关键驱动因子也存在差异。地区间资源条件的独特性、发展策略的选择以及地域功能定位的不同,塑造了各地区耕地非农化与非粮化的类型多样性、规模差异及程度不一的格局。非粮化主要表现为"主动"非粮化和"被动"非粮化2种类型[26]。例如,东北平原、华北平原等粮食主产区保持着较高的粮食种植水平,粮食播种面积占总播种面积比重在80%以上,非粮化程度较低。相较于其他地区,西北干旱区、西南丘陵山地以及东南沿海区域的耕地中,粮食作物播种面积所占比例较低,呈现出显著的耕地向非粮食作物种植转化的趋势。出于对比较效益的追求而调整耕地种植类型即为"主动"非粮化,部分耕地由于资源禀赋限制,导致低效耕地"被动"非粮化。因此,由于地域功能差异,对不同区域的非农化、非粮化现象应给予不同程度的重视。在经济因素中,粮食生产价格指数和粮食每亩产值分别是2000—2010年对非农化、非粮化贡献相对较大的指标,这一阶段

的粮价波动降低了种粮收益,影响农户粮食生产积极性,在经济利益驱动下农民选择种植效益高的经济作物或将耕地转为其他类型用地[27]。近年来,粮价持续走低而成本逐年增加,加之农户多为小规模分散经营,侧面反映了如何协调经济利益是耕地非粮化面临的突出问题[28]。2000—2010年和2010—2020年城镇化率对非农化的贡献均超过10%,以往研究表明,城市空间的快速扩张加剧了乡村农地非农化进程[29],快速城市化的驱动加剧了种植结构的非粮化态势[4],这些观点也印证了本文的研究结果。然而,近10 a经济因素对非农化的相对贡献由46%降低到40%,影响程度降低了13%。可能由于经济发展进入了一个相对稳定阶段,非农化进程相对饱和,增长速度减缓[30]。在政策因素中,近10 a土地财政对非农化的贡献率年均约增长4倍,部分地方政府对城镇化发展引擎作用的不正确理解,片面追求政绩工程与土地财政,导致耕地加速非农化。土地流转率对非粮化的贡献呈现增加趋势。农业部统计数据表明,2021年全国土地流转面积达$3.7\times10^7\ hm^2$,超过承包耕地面积的三分之一,土地流转面积还有进一步扩大的趋势[31]。在具体实践中,我国的土地流转主要是由自然资源部门负责管理,农业部门很少参与,导致监管责任主体难以落实[32]。

耕地非农化、非粮化对粮食安全造成直接或间接影响,如粮食种植面积和生产能力降低[33],以及耕地质量的不可逆退化[34]。因此,在保障粮食安全的前提下,需要实施区域差别化的耕地保护政策和作物种植空间规划。例如,在粮食主销区、产销平衡区和主产区实施差异化粮食补贴政策,以调动生产积极性。同时,强化科学研判,因地制宜、分区精准施策,立足市场需求促进农业劳动生产率最大化。此外,加强动态监测与风险预警,建立多级协同、空间全覆盖的耕地保护立体化动态监测与管理体系,借助卫星遥感影像等先进技术,能够实现对耕地非农化、非粮化的规模和分布情况更为精准地评估,确保政策的科学性和有效性。在制定相关政策时,必须充分考虑地区差异,因地制宜地提出针对性的政策措施,以促进农业的可持续发展和粮食安全的稳定。

本文结合中国耕地动态演变的实际情况,选取了14项指标建立了较为全面的评价指标体系,基于各指标的贡献度,初步解析了中国不同阶段非农化、非粮化的驱动因子。基于统计数据分析了我国1980—2020年间耕地非粮化发展情况,尽管非粮食作物的播种比例并非耕地非粮化生产类型的直接等同指标,但其变化趋势在一定程度上能够体现非粮化现象的总体态势,能够从宏观层面反映我国非粮化的整体态势。然而,这一指标难以深入揭示耕地内部结构的细微变化以及非粮化扩展的具体空间模式。因此,有必要结合遥感技术手段,对非粮化的数量规模、具体类型以及空间分布特征展开更为详尽与深入的探究,以期获得更为精确且全面的认识。此外,由于政策和经济对耕地变化的驱动作用较为复杂,且影响存在滞后性和交互作用[35],未来需要结合精细尺度调研数据及量化指标明晰二者对耕地动态演变的贡献率。

4 结 论

本文以阶段性演化为切入视角,揭示了1980—2020年我国非农化和非粮化特征及动态演变规律,并进一步识别了非农化、非粮化的主要驱动因子。主要结论如下:

(1) 空间分布上,东北和中东部地区的非农化现象尤为凸显,西北、华南以及东南沿海的部分地区则呈现出较高的非粮化程度。

(2) 空间演变方面,非农化呈现沿东北至东南方向的"极化现象",非粮化的空间分布与胡焕庸线高度吻合,且中心逐渐从西南向东北移动,体现了人口与经济活动在土地利用方式转变中的关键作用。

(3) 时间变化方面,非农化进程在不同时间段内呈现出不同的变化特点,但总体趋势向稳定或放缓的方向发展,非粮化经历了"增长-平稳"的过程。

(4) 驱动因素方面,非农化、非粮化受农业生产条件、政策制度和经济因素的综合影响。经济因素在非农化的演进中发挥着主导驱动作用,且近10 a影响程度呈现出一定的下降趋势。农业生产条件是非粮化的基础因素,其中粮食每亩产值、城乡收入差距等经济因素的推动作用逐渐增加。

参考文献(References):

[1] 朱道林. 耕地"非粮化"的经济机制与治理路径[J]. 中国土地, 2021(7): 9-11. [Zhu Daolin. Economic mechanism and governance

path of “non-grain conversion” of cultivated land[J]. China Land, 2021(7): 9-11.]

[2] 郝士横, 吴克宁, 董秀茹, 等. 耕地“非粮化”耕作层破坏诊断标准探讨[J]. 土壤通报, 2021, 52(5): 1028-1033. [Hao Shiheng, Wu Kening, Dong Xiuru, et al. Identification criteria of cultivated horizon damage for “non-grain” cultivated land[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2021, 52(5): 1028-1033.]

[3] 曹宇, 李国煜, 王嘉怡, 等. 耕地非粮化的系统认知与研究框架：从粮食安全到多维安全[J]. 中国土地科学, 2022, 36(3): 1-12. [Cao Yu, Li Guoyu, Wang Jiayi, et al. Systematic review and research framework of “non-grain” utilization of cultivated land: From a perspective of food security to multi-dimensional security[J]. China Land Science, 2022, 36(3): 1-12.]

[4] 吴郁玲, 张佩, 于亿亿, 等. 粮食安全视角下中国耕地“非粮化”研究进展与展望[J]. 中国土地科学, 2021, 35(9): 116-124. [Wu Yuling, Zhang Pei, Yu Yiyi, et al. Progress review on and prospects for non-grain cultivated land in China from the perspective of food security[J]. China Land Science, 2021, 35(9): 116-124.]

[5] 谢花林, 欧阳振益, 陈倩茹. 耕地细碎化促进了耕地“非粮化”吗——基于福建丘陵山区农户的微观调查[J]. 中国土地科学, 2022, 36(1): 47-56. [Xie Hualin, Ouyang Zhenyi, Chen Qianru. Does cultivated land fragmentation promote “non-grain” utilization of cultivated land: Based on a micro survey of farmers in the hilly and mountainous areas of Fujian[J]. China Land Science, 2022, 36(1): 47-56.]

[6] 王兆峰, 史伟杰. 中国美丽休闲乡村的空间分布特征及影响因素[J]. 地理科学, 2022, 42(1): 104-114. [Wang Zhaofeng, Shi Weijie. Spatial distribution characteristics and influencing factors of China's beautiful leisure villages[J]. Scientia Geographica Sinica, 2022, 42(1): 104-114.]

[7] 刘樱, 周春山, 黄婉玲, 等. 大都市区农村土地非农化空间特征及机理——以广州市为例[J]. 地理科学进展, 2018, 37(8): 1119-1130. [Liu Ying, Zhou Chunshan, Huang Wanling, et al. Spatial characteristics and mechanism of rural land non-agricultural utilization in metropolitan area: A case study of Guangzhou[J]. Progress in Geography, 2018, 37(8): 1119-1130.]

[8] 常媛媛, 刘俊娜, 张琦, 等. 粮食主产区耕地非粮化空间格局分异及其成因[J]. 农业资源与环境学报, 2022, 39(4): 817-826. [Chang Yuanyuan, Liu Junna, Zhang Qi, et al. Spatial pattern differentiation of cultivated land non-grain conversion in major grain-producing areas[J]. Journal of Agricultural Resources and Environment, 2022, 39(4): 817-826.]

[9] 刘少坤, 王嘉佳, 林树高, 等. 广西边境地区耕地非农化的空间特征与迁移路径[J]. 中国农业资源与区划, 2022, 43(10): 162-173. [Liu Shaokun, Wang Jiajia, Lin Shugao, et al. The spatial features and migration path of cultivated land non-agriculturalization in the border areas of Guangxi Zhuang Autonomous Region[J]. China Agricultural Resources and Regional Planning, 2022, 43(10): 162-173.]

[10] 李宏鹏, 田达睿, 谭静斌. 延安市2000—2020年耕地非农化时空格局演变及其影响因素[J]. 水土保持通报, 2022, 42(4): 330-337. [Li Hongpeng, Tian Darui, Tan Jingbin. Spatio-temporal pattern evolution and influencing factors of cultivated land non-agriculturalization in Yan'an City[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2022, 42(4): 330-337.]

[11] 居尔艾提·吾布力, 安瓦尔·买买提明, 薛东前. 城镇化与耕地集约利用水平及其耦合协调发展——以新疆阿克苏市为例[J]. 干旱区研究, 2019, 36(6): 1333-1343. [Jueraiti Wubuli, Anwar Maimaitiming, Xue Dongqian. Coupling and coordinated development of urbanization and intensive utilization of cultivated land: A case study in Aksu City, Xinjiang[J]. Arid Zone Research, 2019, 36(6): 1333-1343.]

[12] 李丹, 曲建光, 王帅. 黑龙江省耕地非农化的空间格局与重心曲线分析[J]. 测绘科学, 2021, 46(2): 171-177. [Li Dan, Qu Jianguang, Wang Shuai. Analysis of spatial pattern and gravity center curve of cultivated land conversion in Heilongjiang Province[J]. Science of Surveying and Mapping, 2021, 46(2): 171-177.]

[13] 宋卫庆, 岳建伟. 耕地“非粮化”影响因素及对策研究——以山东省阳谷县为例[J]. 宁夏农林科技, 2020, 61(1): 26-29. [Song Weiqing, Yue Jianwei. Influence factors and countermeasures of the non-grain conversion of arable land——a study case on yanggu county, Shandong Province[J]. Ningxia Agriculture and Forestry Science and Technology, 2020, 61(1): 26-29.]

[14] 唐鹏, 石晓平, 曲福田. 政府管制、土地违法与土地财政[J]. 中国土地科学, 2018, 32(7): 15-21. [Tang Peng, Shi Xiaoping, Qu Futian. Government regulation, land violations and land finance[J]. China Land Science, 2018, 32(7): 15-21.]

[15] 曹宇娟, 戴建国, 张国顺, 等. 基于特征优选的北疆典型区域非农化遥感监测[J]. 农业工程学报, 2024, 40(5): 1-12. [Cao Yujuan, Dai Jianguo, Zhang Guoshun, et al. Remote sensing monitoring of non-agriculturalization in typical areas of the Northern Xinjiang of China based on feature optimization[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2024, 40(5): 1-12.]

[16] 王全喜, 宋戈, 隋虹均. 耕地“非农化”的时空格局演变及其驱动因素研究——基于影响分析与组态分析的双重视角[J]. 中国土地科学, 2023, 37(5): 113-124. [Wang Quanxi, Song Ge, Sui Hongjun. Spatial-temporal pattern evolution of cultivated land conversion and its driving factors: A twofold perspectives of impact analysis and configuration analysis[J]. China Land Science, 2023, 37(5): 113-124.]

[17] 孔祥斌. 耕地“非粮化”问题、成因及对策[J]. 中国土地, 2020(11): 17-19. [Kong Xiangbin. Problems, causes and countermeasures of cultivated land “non-grain conversion”[J]. China Land, 2020(11): 17-19.]

[18] 徐畅, 郭杰, 易家林, 等. 江苏省耕地非粮化时空格局演变及驱动因素分析[J]. 长江流域资源与环境, 2024, 33(2): 436-447. [Xu Chang, Guo Jie, Yi Jialin, et al. Analysis on the evolution of spatiotemporal pattern and driving factors of non-grain cultivated

land in Jiangsu Province from 1996 to 2020[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2024, 33(2): 436-447.]

[19] 宋钰, 杨颖颖, 王家合, 等. 基于计划行为理论的农户耕地"非粮化"行为决策影响因素[J]. 中国农业大学学报, 2023, 28(9): 247-259. [Song Yu, Yang Yingying, Wang Jiahe, et al. Factors influencing farmers' behavioral decision-making on "non-grain production" of cultivated land based on the theory of planned behavior[J]. Journal of China Agricultural University, 2023, 28(9): 247-259.]

[20] Lefever D W. Measuring geographic concentration by means of the standard deviational ellipse[J]. American Journal of Sociology, 1926, 32(1): 88-94.

[21] 牛善栋, 方斌, 崔翠, 等. 乡村振兴视角下耕地利用转型的时空格局及路径分析——以淮海经济区为例[J]. 自然资源学报, 2020, 35(8): 1908-1925. [Niu Shandong, Fang Bin, Cui Cui, et al. The spatial-temporal pattern and path of cultivated land use transition from the perspective of rural revitalization: Taking Huaihai Economic Zone as an example[J]. Journal of Natural Resources, 2020, 35(8): 1908-1925.]

[22] 吕欣彤, 郝士横, 吴克宁, 等. 耕地"非粮化"管控路径梳理与展望[J]. 土壤通报, 2023, 54(3): 713-720. [Lv Xintong, Hao Shiheng, Wu Kening, et al. Review and prospect of management and control path for "non-grain" cultivated land[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2023, 54(3): 713-720.]

[23] 张婕, 刘玉洁, 张二梅, 等. 中国县域耕地动态演变及其驱动机制[J]. 地理学报, 2023, 78(9): 2105-2127. [Zhang Jie, Liu Yujie, Zhang Ermei, et al. Dynamics and driving mechanisms of cultivated land at county level in China[J]. Acta Geographica Sinica, 2023, 78(9): 2105-2127.]

[24] 李雪. 新疆棉花生产空间分布与重心变迁研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2021. [Li Xue. Study on Spatial Distribution and Shift of Center of Gravity of Cotton Production in Xinjiang[D]. Urumqi: Xinjiang University, 2021.]

[25] 陈浮, 刘俊娜, 常媛媛, 等. 中国耕地非粮化空间格局分异及驱动机制[J]. 中国土地科学, 2021, 35(9): 33-43. [Chen Fu, Liu Junna, Chang Yuanyuan, et al. Heterogeneity and driving mechanism of non-grain farmland spatial pattern in China[J]. China Land Science, 2021, 35(9): 33-43.]

[26] 张倩. 淄博市周村区基本农田"非粮化"占用问题调查报告[D]. 重庆: 西南大学, 2023. [Zhang Qian. Investigation Report on "Non-grain" Occupation of Basic Farmland in Zhoucun District, Zibo City[D]. Chongqing: Southwest University, 2023.]

[27] 梁鑫源, 金晓斌, 孙瑞, 等. 多情景粮食安全底线约束下的中国耕地保护弹性空间[J]. 地理学报, 2022, 77(3): 697-713. [Liang Xinyuan, Jin Xiaobin, Sun Rui, et al. China's resilience-space for cultivated land protection under the restraint of multi-scenario food security bottom line[J]. Acta Geographica Sinica, 2022, 77(3): 697-713.]

[28] 李欣宇, 方斌, 李怡, 等. 中国粮耕价值比与种植结构时空耦合演化及分区调控[J]. 地理学报, 2022, 77(11): 2721-2737. [Li Xinyu, Fang Bin, Li Yi, et al. Spatio-temporal coupling evolution and zoning regulation of grain-to-arable value ratio and cropping structures in China[J]. Acta Geographica Sinica, 2022, 77(11): 2721-2737.]

[29] 陈坤秋, 龙花楼. 土地整治与乡村发展转型: 互馈机理与区域调控[J]. 中国土地科学, 2020, 34(6): 1-9. [Chen Kunqiu, Long Hualou. Land consolidation and rural development transformation:Mutual feedback mechanism and regional regulation[J]. China Land Science, 2020, 34(6): 1-9.]

[30] 贾晗悦, 张巍. 2005—2014年中国耕地非农化的动态演变特征及其经济驱动因素研究[J]. 山西科技, 2019, 34(6): 21-25. [Jia Hanyue, Zhang Wei. A study on the dynamic evolution characteristics and economic driving factors of non-agriculturalization of arable land in China from 2005 to 2014[J]. Shanxi Science and Technology, 2019, 34(6): 21-25.]

[31] 张创志. 新农保对农户土地流转行为的影响——基于CFPS和CHARLS微观面板数据的分析[D]. 杭州: 浙江财经大学, 2022. [Zhang Chuangzhi. The Impact of New Agricultural Insurance on Farmers' Land Transfer Behavior: An Analysis Based on CFPS and CHARLS Micro-panel Data[D]. Hangzhou: Zhejiang University of Finance and Economics, 2022.]

[32] 梁俊. 四川省富顺县土地流转案例研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2021. [Liang Jun. A Case Study on Land Transfer in Fushun County, Sichuan Province[D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology, 2021.]

[33] 吴琮林, 郭晓鸣, 虞洪. 中国粮食安全面临的中长期挑战及应对策略[J]. 农村经济, 2022(10): 27-36. [Wu Conglin, Guo Xiaoming, Yu Hong. The long-term challenges to China's food security and its coping strategies[J]. Rural Economy, 2022(10): 27-36.]

[34] 李荣欣, 袁承程, 刘黎明. 我国耕地"非粮化"发展态势与对策研究[J]. 自然资源情报, 2022(8): 29-35. [Li Rongxin, Yuan Chengcheng, Liu Liming. Study on the development situation and countermeasures of non-grain utilization of cultivated land in China[J]. Natural Resource Intelligence, 2022(8): 29-35.]

[35] 侯青青, 陈英, 裴婷婷, 等. 近25 a来甘肃省耕地资源时空变化及其影响因子[J]. 干旱区研究, 2022, 39(3): 955-967. [Hou Qingqing, Chen Ying, Pei Tingting, et al. Analysis of cultivated land's spatio-temporal changes and influencing factors in Gansu Province in recent 25 years[J]. Arid Zone Research, 2022, 39(3): 955-967.]

Spatiotemporal differentiation of nonagricultural and nongrain farmland in China and its management strategies

ZHANG Lei[1,2], ZHOU Yuming[1], DONG Jiemou[1], LI Xiang[1],
LIU Shidong[3], XU Liping[1]
(1. College of Science, Shihezi University, Shihezi 832000, Xinjiang, China; 2. School of Land Science and Technology, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China; 3. Key Laboratory of Remote Sensing and Digital Earth, Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100094, China)

Abstract: Drawing upon China's comprehensive land use data and socioeconomic panel statistics spanning 1980−2020, this study meticulously analyzed the spatiotemporal evolution characteristics of nonagricultural and nongrain farmland. It aimed to elucidate their underlying patterns of change and driving mechanisms, establishing a solid foundation for sustainable cultivated land utilization and stable food security. Utilizing the SD ellipse and trend analysis, we comprehensively assessed the dynamic evolution traits of these nontraditional agricultural uses. Furthermore, we constructed a comprehensive index system tailored for nonagricultural and nongrain farmlands and developed a partial correlation model to quantitatively assess the relative contributions of various influencing factors. This comprehensive approach offers a nuanced understanding of the intricate dynamics governing these farmland transitions and their implications for China's agricultural sustainability and food security. (1) Regarding time, the current situation of nonagriculture farmland in China is getting better, but the nonagriculture phenomenon is still prominent in some areas and tends to intensify further. (2) Regarding space, the degree of nonagriculture is more serious in the northeast, central, and eastern regions, while it is higher in the northwest, south, and some coastal areas of southeast China. The polarization phenomenon exists in the direction of nonagricultural chemical evolution. The nongrain center exhibited a development trend of moving from the southwest to the northeast. (3) Economic factors are the leading driving effect of nonagricultural chemistry, and their degree of influence has decreased in the past ten years. Agricultural production condition is the basic factor of nongrain production, and it is gradually increased by economic factors, such as the output value of grain per acre and the income gap between urban and rural areas. The spatiotemporal evolution characteristics and influencing factors of nonagricultural and nongrain lands in China from 1980 to 2020 can provide a reference for the scientific implementation of cultivated land protection decisions.

Keywords: farmland; nonagricultural; nongrain; spatial-temporal differentiation; driving factors